SITZUNG VOM 13. NOVEMBER 1856.

Vorträge.

Von der Umwandlung der Wärme in Elektricität.

Von **A. v. Baumgartner.**

Es gibt keine Veränderung in der Natur, bei welcher Kraft aus Nichts geschaffen oder eine bereits vorhandene ganz oder theilweise zerstört wird, denn das Quantum der Naturkräfte muss, so wie das der Materie, für unveränderlich angesehen werden. Diese Wahrheit hat man zwar bei den Untersuchungen bis in die neueste Zeit nicht geleugnet, aber bei der Erklärung der wichtigsten Naturerscheinungen nicht immer gehörig berücksichtiget. Es gibt eine grosse Anzahl von Vorgängen, welche theils durch den natürlichen Lauf der Dinge herbeigeführt, theils künstlich hervorgerufen werden, wo, wie man zu sagen pflegt, durch eine physicalische Potenz eine andere erzeugt wird, wie z. B. Licht durch Wärme, Wärme und Elektricität durch Reibung, Elektricität durch Wärme, so wie umgekehrt, Wärme und Licht durch Elektricität. Man betrachtet aber diese Processe als wahre Erzeugungsprocesse, bei denen das Erzeugende neben dem Erzeugten fortbesteht, wie der Vater neben dem Sohne, und nimmt dadurch stillschweigend eine Vermehrung der Naturkräfte an. Es können aber diese Processe offenbar nur als Umwandlungsprocesse angesehen werden, bei welchen ein Agens in dem Masse verschwindet, als einem andern das Dasein gegeben wird, oder mit anderen Worten, wo die Summe der lebendigen Kräfte unverändert bleibt.

Der Eingangs erwähnte Satz wird in seiner Allgemeinheit als eine Art Postulat der philosophischen Naturanschauung angenommen und ist bisher noch nicht vollständig erwiesen, indem selbst die mathematische Durchführung des Princips der Erhaltung der lebendigen Kräfte in Bezug auf elektrische und magnetische Vorgänge auf Annahmen über die Natur des elektrischen und magnetischen Princips beruht, denen man nur den Werth von, wenn auch sehr zulässigen, Hypothesen zugestehen kann. Erfahrungsmässig ist nur dargethan, dass sich Arbeit, d. h. Bewegung, in Wärme verwandeln lasse, wobei die Grösse der einen jener der andern proportional ist, und umgekehrt, dass Wärme in ein proportionales Quantum Arbeit umgesetzt werden könne; ferner dass Elektricität in ein ihr entsprechendes Äquivalent Wärme umgewandelt werden könne. Es bleibt aber noch Manches zu thun übrig, um die Wandelbarkeit der übrigen physicalischen Potenzen, der sogenannten Imponderabilien, nach besonderen Äquivalenten durch die Erfahrung zu erweisen. Dahin gehört auch der auf bestimmte Thatsachen beruhende Beweis, dass Wärme in Elektricität umgesetzt werden könne, ein Beweis, der mir darum von besonderer Wichtigkeit zu sein scheint, weil sich von diesem Satze, wenn er vollkommen sicher gestellt ist, vielfache Anwendungen auf wichtige meteorologische Processe machen lassen. Ich will nun zuerst versuchen, den besagten Beweis zu liefern, und behalte mir vor, in einer der nächsten Sitzungen dessen Anwendung auf die Erklärung einer der räthselhaftesten Erscheinungen im Luftkreise zu zeigen.

Schon im Alterthume waren Steine bekannt, die durch Erwärmung die Eigenschaft erlangen, leichte Körper anzuziehen. Im Jahre 1703 brachten die Holländer von Ceylon einen Edelstein, den Turmalin, nach Europa, der, in heisse Asche gelegt, dahin gelangt, leichte Körper anzuziehen und wieder abzustossen. Lemery zeigte zuerst im Jahre 1717 in einer Sitzung der k. Akademie der Wissenschaften zu Paris einen solchen Stein vor. Aepinus lehrte im Jahre 1756 die näheren Eigenschaften dieses Körpers kennen, zeigte, dass ihm ein positiver und ein negativer Pol zukomme, dass diese elektrischen Eigenschaften aber an die Bedingung geknüpft seien, dass die Temperatur des Turmalins nicht an allen Stellen dieselbe, d. h. dass er im Erwärmt- oder Erkaltetwerden begriffen sei. Man hatte also schon in frühester Zeit Beispiele, dass Wärme elektrisch mache. Allein

daraus war noch nicht zu folgern, dass die Elektricität aus der Wärme entstehe. Einen Schritt weiter machte man im Jahre 1821, wo Seebeck entdeckte, dass in einer Metallkette, die aus zwei an einander gelötheten Bögen von verschiedenen Metallen besteht, ein elektrischer Strom eintritt, wenn man eine der Stellen, wo sich die heterogenen Metalle berühren, erwärmt oder erkaltet. Dieser Strom hält nur so lange an, als die Temperatur der Stelle, wo sich die Metalle der Kette berühren, von jener der andern Stellen der Kette abweicht. Die Stärke des Stromes hängt von der Natur der Metalle und von der Temperatur-Differenz der benannten Stellen ab; seine Richtung wird dadurch bestimmt, ob eine der Stellen, wo die heterogenen Metalle zusammenstossen, die wärmere oder die kältere ist. Geht man nicht über die Grenzen des Factischen hinaus, so kann man aus allen diesen Erfahrungen nur den Schluss ziehen: Mit der Bewegung der Wärme in einem dazu geeigneten Krystalle oder Metallbogen findet auch eine Bewegung der Elektricität Statt. Richtung und Stärke der einen dieser Bewegungen stehen mit jener der andern in einer bestimmten Relation. Dass aber die Bewegung der Elektricität durch jene der Wärme erzeugt werde, ist hiermit zwar angedeutet, aber nicht erwiesen. Die Wahrscheinlichkeit dieses Zusammenhanges zwischen beiden Bewegungen wird durch die von Peltier zuerst gemachte Erfahrung erhöht, nach welcher ein elektrischer Strom, der die Berührungsstelle zweier heterogenen Metalle, z. B. Antimon und Wismuth, durchströmt, Wärme oder Kälte erzeugt, Wärme, wenn er vom Antimon zum Wismuth, hingegen Kälte, wenn er vom Wismuth zum Antimon geht. Diese Wahrscheinlichkeit mag auch Clausius bewogen haben, in seiner ausgezeichneten Arbeit über die Anwendung der mechanischen Wärmetheorie auf die thermoelektrischen Erscheinungen (Pogg. Ann. 90, 513), seiner Theorie den Satz zu Grunde zu legen, dass es die Wärme sei, welche die Elektricität durch die Berührungsstelle der beiden, die thermoelektrische Kette bildenden Metalle zu treiben strebe. Um aber diese Wahrscheinlichkeit zur Gewissheit zu erheben, muss nachgewiesen werden, dass in den Fällen, wo durch Wärme ein elektrischer Strom hervorgerufen wird, die in Bewegung gesetzte Wärme in dem Masse verschwindet, als Elektricität in Bewegung gesetzt wird. Um diesen Beweis zu liefern, braucht man nicht erst neue Versuche anzustellen, sondern kann bereits vor Jahren bekannt gemachte benützen,

und geniesst dabei den Vortheil, dass hiebei jedes Vorurtheil zu Gunsten des zu beweisenden Satzes ausgeschlossen ist, weil diese Versuche in ganz anderen Absichten, als um den hier fraglichen Satz zu erweisen, angestellt worden sind. Der Versuch, welcher nach meiner Ansicht vollständig zum Ziele führt, ist nun derjenige, den zuerst Childern (Gilb. Ann. 52, 353), dann H. Davy (Gilb. Ann. 71, 260) angestellt hat und der von Larive (Pogg. Ann. 15, 261) wiederholt und mannigfaltig umgeändert worden ist. Er besteht in Folgendem: Wenn man einen kräftigen Volta'schen Apparat durch einen Polardrath schliesst, der aus abwechselnd auf einander folgenden, an den Enden zusammengelötheten, gleich langen und gleich dicken Drathstücken von Platin und Silber besteht, so werden bei einer angemessenen Wirksamkeit des Elektromotors alle Platinstücke gleichmässig glühend, die Silberstücke aber gar nicht erhitzt, und zwar in ganz gleicher Weise, man mag die Kette am positiven oder negativen Pole schliessen. Daraus folgt nun ganz ungezwungen und ungekünstelt:

1. dass in den Platinstücken mehr Wärme vorhanden ist als in den Silberstücken; denn enthielten beide gleich viel Wärme, so müsste sich, das specifische Gewicht des Platins = 21·7, des Silbers = 10·5, die Wärmecapacität des ersteren = 0·0324, des letzteren = 0·0570 gesetzt, die Temperatur der Platindräthe zu jener der Silberdräthe wie $\frac{1}{21 \cdot 7 \times 0 \cdot 0324} : \frac{1}{10 \cdot 5 \times 0 \cdot 0570}$ oder nahe wie 100 : 117 verhalten, mithin fast eine der andern gleich sein;

2. dass in allen Platinstücken unter sich, dann in allen Silberstücken wieder unter sich, sie mögen an was immer für einer Stelle des Polardrathes stehen und mehr oder weniger von den Polen als den Eintrittsstellen der Elektricität entfernt sein, gleich viel Wärme vorkommt.

Diese Resultate sind nur möglich, wenn 1. vom Übertritte aus Silber in Platin an ein Theil der Elektricität in Wärme verwandelt wird; 2. vom Übertritte aus Platin in Silber an wieder ein eben so grosser Theil der Wärme in Elektricität umgewandelt wird.

Würde die Wärme, welche in dem aus Platin bestehenden Stücke des Schliessungsdrathes aus Elektricität entstanden ist, nicht vollständig in dem daran grenzenden aus Silber bestehenden Stücke in Elektricität umgesetzt, so könnte weder ein gleichmässiges

Erglühen aller Platindräthe, noch ein gleichmässiges Zurückbleiben der Temperatur der Silberdräthe statthaben, d. h. es könnten weder alle Platinstücke unter sich, noch alle Silberstücke unter sich dieselbe Temperatur erlangen, sondern es müssten in jenen Stücken, welche der elektrische Strom früher trifft, eine andere Temperatur obwalten, als in jenen, die von diesem Strome später erreicht werden.

Was hier von Platin und Silber gesagt worden, gilt auch von Leitern aus anderen Stoffen, weil sich allgemein die Regel bewährt, dass schlechtere Leiter der Elektricität von demselben Strome bei gleichen Dimensionen mehr erhitzt werden als bessere, vorausgesetzt, dass die Elektricität nicht etwa eine andere Wirkung hervorzubringen bestimmt wird, und dass sie z. B. nicht etwa die Cohärenz fester Theile zu überwinden, eine chemische Zerlegung zu bewirken oder eine elektro-dynamische Bewegung hervorzubringen hat.

Es kann sonach als bewiesen angesehen werden, dass so wie nach bestimmten Äquivalentenverhältnissen Arbeit in Wärme und umgekehrt Wärme in Arbeit verwandelt wird, auch Wärme in Elektricität und Elektricität in Wärme umgesetzt werden könne.

Man muss aber wünschen, noch um einen kleinen Schritt weiter zu gehen und sich klar zu machen, worin der objective Verlauf bei dieser Umwandlung der Agentien bestehe. Im gegenwärtigen Stadium unseres Wissens kann man darüber nur eine mehr oder weniger gewagte Ansicht aufstellen. Jene, die ich für die am besten begründete halte, ist folgende:

Arbeit besteht in Bewegung, diese mag was immer für einer Art sein. Sie wird für jeden bewegten (arbeitenden) Punkt ausgedrückt durch das Product der Weglänge in jene Componente der bewegenden Kraft, welche in die Richtung des Weges fällt. Wärme müssen wir uns bei dem gegenwärtigen Zustande der Physik als das Ergebniss von Schwingungen denken. Ihre Intensität wird durch die Schwingungsweite der oscillirenden Theile bestimmt und ist dem Quadrate derselben proportional. Worin die Elektricität bestehe, darüber ist man noch völlig in Ungewissheit. Man nimmt zur Erklärung der elektrischen Erscheinungen eine höchst subtile, im Weltraum und in den Zwischenräumen der Körper enthaltene Materie, ein elektrisches Fluidum an, dessen Theile sich nach einem bestimmten Gesetze abstossen, aber von den Theilen der ponderablen Körper angezogen werden. (Wo zwei solche Fluida

angenommen werden, werden dieselben mit gleichen Eigenschaften ausgerüstet gedacht, nur wird angenommen, dass die Theile des einen Fluidums auf jene des andern anziehend wirken.) Im natürlichen Zustande enthält jeder Körper ein bestimmtes Mass dieses Fluidums, und dieses befindet sich im Zustande des Gleichgewichtes. Findet an einer Stelle, durch was immer für eine Veranlassung, eine Anhäufung des elektrischen Fluidums über das Mass des natürlichen Zustandes Statt, so sucht der Überschuss im Körper fortzurücken und einen elektrischen Strom zu erzeugen. Unter allen Umständen befindet sich in einem solchen Körper, nebst der freien nach Abfluss strebenden Elektricität, noch ein überwiegendes Mass natürlicher. Sollte nun der elektrische Strom in einem progressiven Fortschreiten des elektrischen Fluidums bestehen, so müsste diese Bewegung in einem Medium derselben Natur, nämlich in dem im Gleichgewichte befindlichen elektrischen Fluidum vor sich gehen; diese Bewegung müsste sonach schon bei geringer Geschwindigkeit einen sehr bedeutenden Widerstand finden, und es ist dabei unbegreiflich, wie dem Strom eine Geschwindigkeit zukommen sollte, gleich der von Wheatstone in einem kupfernen Leiter durch Versuche gefundenen, von mehr als 60,000 Meilen in einer Secunde. Um demnach den Vorgang beim elektrischen Strome unserem Fassungsvermögen näher zu bringen, sind wir gewissermassen genöthigt, anzunehmen, dass auch die Fortpflanzung der Elektricität in einer Übertragung der Bewegung der Theile des elektrischen Fluidums an die daran grenzenden, von diesen an die nächst folgenden u. s. f., mithin in Schwingungen bestehe.

Da man schon durch optische Erscheinungen zu der Annahme bestimmt wird, dass im Weltraum ein feines, unwägbares, alle Zwischenräume durchdringendes Fluidum, der Äther, bestehen müsse, so ist es dem Gesetze der Sparsamkeit, das sich überall in der Natur kund gibt, gemäss, diesen Äther auch als Substrat der Elektricität wirksam zu denken. Schon die blosse Betrachtung der ungeheuren Geschwindigkeit der Elektricität in guten Leitern hat manchen Physiker bestimmt, die Möglichkeit, dass derselben eine progressive Bewegung eines ponderablen Stoffes zu Grunde liege, für ausgeschlossen zu halten. Arago (Annuaire p. 1838, pag. 421) fühlte sich durch die Schnelligkeit, mit welcher der Blitz die Luft und feste Körper durchfährt, zu der Erklärung geneigt, dass derselbe

nicht als Conglomerat materieller Theile oder kleiner Geschosse gedacht werden könne, dass sich aber besagte Geschwindigkeit mit undulatorischer Bewegung wohl vertrage. Aber die grossen mechanischen Wirkungen des Blitzes, der Bäume spaltet, Mauern umwirft etc., erschienen ihm als eine dieser Ansicht im Wege stehende Schwierigkeit, die um so grösseres Gewicht erlangt, da Lichtstrahlen, selbst wenn sie durch eine Sammellinse oder einen Brennspiegel concentrirt werden, nicht im Stande sind, an einem im luftleeren Raume an einem Spinnenfaden aufgehängten Hebelarm die geringste Ablenkung hervorzubringen. Allein dieser grosse Physiker, der sich unverholen als Anhänger der Vibrationstheorie des Lichtes bekennt, musste doch auch die das Licht begleitenden Wärmestrahlen als Ergebnisse von Ätherschwingungen ansehen und zugeben, dass durch solche Körper erwärmt und dabei ausgedehnt werden, so dass sie mächtige Hindernisse zu gewältigen und selbst grosse Lasten zu bewegen im Stande sind, dass diese Strahlen Wasser in Dampf verwandeln und somit mittelbar mechanische Wirkungen hervorbringen, die jene eines Blitzstrahles vielmal übertreffen. Es geschieht dieses offenbar in Folge der Übertragung der Bewegung von Äthertheilen auf die ponderablen Theilchen der Körper und der Umsetzung von Wärme in mechanische Arbeit. Der Hebelarm, von dem Arago spricht, wird wohl durch die concentrirten Ätherstrahlen erwärmt und seine materiellen Theile werden gegen einander bewegt, da die Erwärmung Ausdehnung zur Folge hat; daraus kann aber nicht eine Ablenkung des ganzen Armes hervorgehen.

Dieser Ansicht nach besteht demnach die Umsetzung der Arbeit in Wärme in der Umwandlung einer Bewegung, die ihrer Natur nach nicht geeignet, in uns die Empfindung der Wärme hervorzubringen, in eine solche, welche hiezu geeignet ist, und dieses ist eine eigenthümliche schwingende Bewegung. Eben so erscheint uns die Umsetzung der Wärme in Elektricität als eine Umwandlung jener schwingenden Bewegung, welche ihrer Natur nach in uns Empfindung der Wärme hervorbringt, in eine andere ebenfalls vibrirende, aber anders geartete, wenn nicht etwa die Wärme selbst schon in einer Bewegung besteht, deren Componente Elektricität ist. Somit ist dieser Umsetzungsprocess nur eine Umwandlung von Bewegungen, nicht von Naturkräften.

Aber eine solche Umwandlung erfolgt nicht ohne hinreichende Veranlassung. Es ist nicht ohne grosses Interesse dieser nachzu-

spüren. Thatsachen scheinen darauf hinzudeuten, dass das Einwirken eines Widerstandes gegen den Fortbestand einer vorhandenen Bewegung oder die Veränderung einer solchen schon bestehenden, einer dieser Veranlassungsgründe sein könne. Bewegung geht in Wärme über, wenn ihr durch Reibung, d. h. durch ein Hinderniss Abbruch geschieht. Ein Polardrath wird durch einen elektrischen Strom desto mehr erhitzt, einen je grösseren Widerstand er dem elektrischen Strome entgegen setzt. Schon Childern folgert aus seinen Versuchen mit der grossplattigen Batterie, dass sich die Elektricität im Volta'schen Kreise durch Entbinden von Licht und Wärme oder von beiden zugleich äussere, wenn sie auf ihrem Wege Widerstand findet; denn bei den Versuchen mit Schliessungsdräthen aus heterogenen Metallen wird immer jener Drath am meisten glühend, der für die Elektricität der minder gute Leiter ist. Als erster Sitz der Veranlassung zur Umwandlung einer Bewegung stellt sich jene Stelle in einem Schliessungsdrathe dar, wo der Widerstand beginnt, welcher sich der Fortpflanzung dieser Bewegung entgegenstellt oder wo er eine Änderung erleidet. Childern hat bemerkt, dass das Glühen eines Schliessungsdrathes einer Volta'schen Batterie im Allgemeinen an der Stelle beginnt, wo der Drath einen Pol der Batterie berührt, gleichviel an welchem der beiden Pole der Schluss erfolgt. Larive fügt bei, dass, wenn ein Strom nicht stark genug ist, den ganzen Schliessungsdrath glühend zu machen, sich doch ein Glühen an den Einhängestellen zeige, und dass, wenn dieser Drath aus mehreren der Länge nach an einander gefügten Dräthen von verschiedenen Metallen besteht, sich jedesmal jene Stellen am stärksten erhitzen. welche den Berührungspunkten der Dräthe am nächsten liegen, und sogar allein glühend werden, wenn die Batterie nicht stark genug ist, den ganzen Drath in seiner ganzen Länge glühend zu machen. Derselbe Gelehrte erwähnt auch, dass eine Flüssigkeit, welche den Volta'schen Kreis schliesst, mehr erwärmt wird, wenn sie durch senkrecht auf den Strom eingefügte membranöse Scheidewände unterbrochen ist und dadurch die Übergänge von einem Mittel zum andern vervielfältigt sind, als wenn sie ein Continuum bildet. Heut zu Tage dürfte es kaum einen Naturforscher, der sich mit den Erscheinungen der Volta'schen Elektricität befasst, geben, welcher nicht alle diese Erscheinungen selbst zu beobachten Gelegenheit gefunden hat. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass in allen Fällen, wo ein Drath

nicht blos in der Nähe der Wechselpunkte, sondern der ganzen Länge nach stark erhitzt erscheint, ein, wenn auch nur geringer Theil der Wärme an den von den Wechselstellen entfernten Orten durch Mittheilung von den stärker erhitzten Punkten dahin gelangt ist.

Unter den thermo-elektrischen Phänomenen gibt es viele, die in gleicher Weise den Satz bestätigen, für dessen Wahrheit die bereits angeführten sprechen. Ein gleichförmig harter Platindrath, dessen Enden mit einem empfindlichen Multiplicator verbunden sind, liefert keine Spur eines elektrischen Stromes, wenn er an irgend einer Stelle erhitzt wird. Macht man aber an demselben einen Knoten oder dreht man ihn an einer Stelle zu einer Schraubenwindung zusammen und erhitzt ihn dann rechts oder links vom Knoten oder der Spirale zum Rothglühen; so zeigt die Nadel des Multiplicators alsogleich das Dasein eines Stromes an, der gegen den Knoten oder die Spirale hin gerichtet ist. Ein Drath von Palladium zeigt nach Becquerel dieselbe Erscheinung, ein solcher von Silber oder Kupfer nur in einem sehr schwachen Grade; Golddrath aber in keiner Weise. Nach Emmet liefern auch Golddräthe bei dieser Behandlung einen elektrischen Strom. Magnus hat dargethan, dass es nicht die ungleichförmige Anhäufung der Masse nach der Seite des Wärmestromes hin sei, welche die Bedingung zum Entstehen des elektrischen Stromes liefere, wie dieses Becquerel behauptet hat, sondern dass der Drath an der erhitzten Stelle weich geworden, in der Nähe des Knotens oder der Schraubenwindung aber seine ursprüngliche Härte ganz oder theilweise beibehalten habe. In der That unterbleibt der elektrische Strom, wenn man die Erhitzung nur bis zu einem Grade, z. B. nur bis 100°, treibt, durch welchen die Härte des Materials nicht alterirt wird, während er in einem Drathe auftritt, der zuerst hart gezogen, dann an einer Stelle durch Glühen nachgelassen worden, sobald man die Grenze der harten und weichen Theile auch nur bis 100° C. erwärmt. Dass aber der Molecularzustand Einfluss auf den elektrischen Leitungswiderstand nehme, ist durch die Erfahrung bewiesen. Nach Becquerel verhält sich dieser Widerstand im gehärteten Kupfer zu jenem im weichen nahe wie 97 zu 100.

Die Erscheinungen, welche Wismuth- und Antimonkörper in Bezug auf ihr thermo-elektrisches Verhalten darbieten, sprechen für den hier zu beweisenden Satz in gleicher Weise. Erregt man in

einem Wismuth- oder Antimoncylinder durch örtliches Erwärmen oder Erkalten einen Wärmestrom, so stellen sich darin ein ja selbst mehrere elektrische Ströme ein und man findet in jedem solchen Körper, besonders aber in Ringen aus den genannten Metallen, Stellen, deren Erwärmung einen vorzugsweise starken Strom zur Folge hat. Dieses hängt mit dem krystallinischen Gefüge des Wismuths oder Antimons innig zusammen; denn hindert man dieses z. B. durch Legirung mit Blei, so ist dadurch auch das Entstehen der erwähnten thermo-elektrischen Ströme aufgehoben, und nach Svanberg und Franz zeigt ein Wismuthkörper ein verschiedenes thermo-elektrisches Verhalten, je nachdem er aus einer krystallischen Masse parallel mit der Hauptspaltungsfläche oder senkrecht darauf geschnitten ist. Das krystallische Gefüge aber nimmt Einfluss auf den elektrischen Leitungswiderstand, und dieser ist, wie Mateucci thatsächlich erwiesen hat, in einer auf der Blätterung senkrechten Richtung grösser als parallel mit derselben, so dass sich auch hier das Entstehen elektrischer Ströme an einen Leistungswiderstand knüpft.

Wenn nun, wie im Vorhergehenden dargethan werden sollte, die Umsetzung mechanischer Arbeit in Wärme oder Elektricität, und umgekehrt der Elektricität oder Wärme in Arbeit auf einer Umwandlung von Bewegungen beruhen soll, so ist dieser Hergang offenbar an die Gesetze der Mechanik gebunden und muss in diesen die weitere Aufklärung finden.

Die vorstehenden Erörterungen konnten wohl nicht den Zweck haben, das in diesem Gebiete herrschende Dunkel vollständig aufzuklären, sondern nur einen der Wege zu bezeichnen, auf welchem dem Forscher ein schwacher Dämmerschein entgegen kommen kann, der endlich dahin zu führen vermag, dem dunklen Reiche einige Zoll Landes abzugewinnen.